

**COLEÇÃO CIENTISTAS DE AMANHÃ**

---

**MYRIAM KRASILCHIK**

**ISAIAS RAW**

# **INVERTEBRADOS PROTOZOÁRIOS**



**FUNDAÇÃO BRASILEIRA PARA O  
DESENVOLVIMENTO DO ENSINO DE CIÊNCIAS**

**1968**

**DIREITOS RESERVADOS À FUNDAÇÃO  
BRASILEIRA PARA O  
DESENVOLVIMENTO DO ENSINO  
DE CIÊNCIAS**

# ÍNDICE

## PARTE I

CULTURA DE PROTOZOÁRIOS .....	1
MÉTODOS ESPECIAIS DE CULTURA DE PROTOZOÁRIOS .....	4
Rizópodos .....	4
Ciliados .....	7
Flagelados .....	9
OBSERVAÇÕES AO MICROSCÓPIO .....	10
Observação da forma e da estrutura ...	10
Alimentação .....	11
Locomoção dos protozoários .....	11
TACTISMOS DOS PROTOZOÁRIOS .....	12
Resposta à força da gravidade .....	12
Resposta à luz .....	13
Resposta aos agentes químicos .....	13
Resposta ao contacto .....	14
Resposta à corrente elétrica .....	15

## PARTE II

ESTUDO GERAL DOS PROTOZOÁRIOS ....	16
I — Conceito .....	16
II — Forma e Tamanho .....	16
III — Estrutura Geral .....	17
IV — Orgânulos de nutrição .....	21
V — Respiração .....	24
VI — Excreção e Regulação Osmótica.	24
VII — Orgânulos Esqueléticos .....	25

## PARTE I

### CULTURA DE PROTOZOÁRIOS

Se você dispõe de um microscópio pode ficar conhecendo muito bem êsses sêres formados por uma só célula: os protozoários. Usando métodos simples, poderá conhecer muita coisa sobre a locomoção, alimentação, reprodução, etc., dêsses animais.

Inicialmente é preciso encontrá-los. Isto é muito fácil. Eles são abundantes e se desenvolvem em lugares muitos variados, como água de lagos, tanques, riachos, cascas úmidas de árvores, água do mar, superfícies de vegetais aquáticos, etc.

Quando fôr realizar a coleta, tome o cuidado de colocar a água em frascos limpos e de acrescentar, também, plantas aquáticas (aguapé, elódea, *Myriophyllum*) da região de colheita. Dêsse modo você terá as formas mais diversas de protozoários.

Com a água recolhida vêm sempre alguns animais maiores, como crustáceos e vermes.

As vezes, as culturas são muito diluídas, isto é, têm poucos organismos. Assim, quando se

colhe uma gota de líquido para exame, somente se encontra um pequeno número de espécimes. Por isso, ao trazer o material para o local em que irá estudá-lo, convém concentrá-lo, deixando uma pequena quantidade de água, para que seja mais fácil o encontro das formas procuradas. A concentração pode ser feita das seguintes maneiras:

1.º) Por centrifugação, girando fortemente o frasco.

2.º) Tome um frasco provido de rês na qual exista um orifício que permita encaixar um tubo de vidro aberto nas duas extremidades. Cubra, agora, o frasco com papel. Como se verá mais adiante, a maioria dos protozoários tem fototactismo positivo. Dessa maneira eles vão se concentrar na parte superior do tubo de vidro, onde há luz. Com uma pipeta, ou conta-gotas, você poderá colher a cultura nessa parte do tubo. Terá, assim, maior número de organismos, o que facilitará o exame microscópico.

Você pode preparar culturas, desde que tome certas precauções fundamentais. Assim, para manter a cultura tome os seguintes cuidados:

- a) Conserva-a em temperatura mais ou menos constante. A temperatura ótima é entre 18 a 21°C. Acima de 25 e abaixo de 15 graus, os protozoários geralmente morrem.

- b) Não trabalhe com ácidos ou bases fortes próximo às culturas. Os vapores dessas substâncias poderão matar os animais.
- c) Guarde as culturas em meia luz. A luz muito intensa é prejudicial a tais organismos.
- d) Os frascos usados para a cultura devem ser muito limpos. Lave-os com sabão e enxague diversas vezes com água de torneira. A última enxaguada deve ser feita com água destilada ou água de chuva.

Um tipo de infusão geral para a maioria dos protozoários é a que se obtém colocando, em frasco com água, folhas de alface ou de couve e acrescentando água dos lugares onde foram feitas as colheitas.

Nas culturas obtidas na natureza, aparecem vários tipos de animais, bem como algas, mas neste livro só trataremos dos protozoários.

Com o tempo, a cultura vai sofrendo variações: desaparecem alguns tipos, aparecem outros. Você deverá examiná-la periódicamente. Verifique, cada vez, quais os componentes mais numerosos e anote tôdas as modificações que ocorrem.

Você pode ter culturas puras, isto é, contendo uma só espécie de protozoários. Para isso, depois de obtido o microrganismo,

você deve isolá-lo e conservá-lo em meio favorável. O isolamento é feito do seguinte modo: tome uma pipeta de ponta bem fina e una a ela um tubo de borracha. À outra ponta dêste, ligue um tubo de vidro que vai à boca.

Tudo preparado, focalize o animal no microscópio, aspire cuidadosamente com a pipeta e transfira-o para um meio de cultura favorável.

Para evitar prejudicar o animal, o meio utilizado deve ser diluído com o líquido do meio original. Cada animal se desenvolve melhor numa determinada solução.

Você, agora, tem os protozoários. Para identificá-los consulte as figuras e, se quiser conhecê-los melhor, terá sua descrição e classificação na segunda e terceira partes dêste livro.

## MÉTODOS ESPECIAIS DE CULTURA DE PROTOZOARIOS

### Rizópodos.

AMEBAS — As amebas são encontradas em lagos e tanques que não contêm muita matéria orgânica e onde a água é clara e sem correntezas. Podem-se achá-las entre plantas aquáticas, como elódea, aguapé, etc.

Para cultivar as amebas, coloque em uma cuba algumas plantas aquáticas, como as que foram citadas. Cubra com água do próprio

local onde as plantas foram encontradas, ou com água de chuva. Acrescente 2 a 4 grãos de arroz cru.

As amebas aparecem dentro de uma semana a 10 dias.

Para localizar os animais na cultura, examine-a ao microscópio. Geralmente êles se encontram no fundo ou nos lados do recipiente.

Para remover as amebas você pode agir de duas formas:

- 1) Derrame cuidadosamente o excesso de líquido em outra placa e, com uma pipeta, aspire as amebas do fundo e coloque-as em outro frasco, cobrindo-as com água de chuva e acrescentando alguns grãos de arroz.
- 2) Gire o frasco com movimentos de rotação. As amebas cairão no centro. É só tirá-las e proceder do modo já visto.

As culturas assim obtidas são temporárias, isto é, de pouca duração. Se você quiser que sejam permanentes, use um dos seguintes métodos:

*Método A:* Coloque um pedaço de capim em 100 ml de água de chuva (ou mesmo de torneira, tanque ou lago). Ferva por 10 minutos e guarde por 24 horas. Adicione as amebas, 2 grãos de arroz cru ou de trigo cozido, ou ainda, pedaços de capim fervido.



As culturas duram até 6 meses. Entretanto, se houver grandes quantidades de matéria orgânica, como bactérias, as amebas morrerão.

*Método B:* Este método usa solução de composição química específica. Faça a seguinte solução:

NaCl .....	0,1	g
KCl .....	0,004	g
CaCl <sub>2</sub> .....	0,006	g
Água destilada .....	1	litro

Tome 25 ml desta solução e ponha em uma placa de Petri, juntamente com 5 grãos de arroz cru. Coloque as amebas e cubra.

Em algumas semanas as amebas se desenvolvem. Quando o arroz desaparecer, coloque outros grãos e mantenha, assim, a cultura por muito tempo.

**FORAMINÍFEROS** — Os foraminíferos são protozoários marinhos que apresentam um envólucro calcário provido de um ou vários orifícios. São protozoários grandes, de cores variadas, que podem ser observados não só com microscópio mas também com uma lupa. Podem ser encontrados na superfície do mar ou no seu fundo. Se você tiver oportunidade de freqüentar uma região do litoral, aproveite para coletá-los.

Amostras de foraminíferos podem ser colhidas na areia seca ou úmida da beira d'água.

Colete areia e observe com uma lente. Ao encontrar as pequenas carapaças, isole-as com um pincel e ponha sôbre uma lâmina. Passe pela série de álcoois e monte em Bálsamo do Canadá.

**Ciliados** — Os ciliados podem ser cultivados de maneira idêntica à das amebas. Tome fôlhas de alface, coloque em uma cuba e cubra com água de chuva, de tanque ou de lago. Você terá grande quantidade de animais, principalmente *Paramecium*, só que, ao contrário das amebas, êles se localizam na superfície do líquido. Pipete, portanto, o líquido da superfície do frasco.

Culturas duradouras podem ser preparadas, usando-se os mesmos métodos que para as amebas ou os métodos seguintes:

**Método C** — Ferva 1 litro de água de chuva (de tanque, ou de torneira). Quando a água começar a ferver, adicione um punhado de capim e ferva ainda por dez minutos. Esfrie a mistura e espere dois dias antes de cultivar os ciliados.

**Método D** — Adicione 5 grãos de trigo em 10 ml de água de tanque. Ferva e deixe esfriar e algum tempo depois junte os animais. Êles se desenvolvem em duas semanas.

**Método E** — Prepare uma pasta misturando 0,5 g de gema de ôvo cozido com um pouco de

água de torneira (pequena quantidade). Depois de pronta, dissolva-a em 500 ml de água. Espere dois dias e coloque os ciliados.

*Método F* — Dissolva um quarto de tablete de fermento em 250 ml de água. Misture bem e espere algumas horas, inocule os protozoários e guarde à temperatura ambiente. As culturas devem ser cobertas para evitar evaporação e contaminação.

*Método G* — Junte uma colherinha de leite em pó a 250 ml de água. Acrescente os ciliados e mantenha à temperatura de 22°C. Em dois ou três dias eles se desenvolvem abundantemente. Para uma experiência mais cuidadosa, devem-se empregar quantidades convenientes de leite, embora a maioria dos protozoários tolere bem variações de concentração. Experimente diversas concentrações até conseguir a ideal.

*Método H* — Pegue folhas de alface, já secas e esfarele-as, passando por uma peneira fina. Ferva um litro de água e, quando esfriar, acrescente uma colher de chá dêsse pó. Ferva ainda um minuto e guarde o frasco, coberto, durante uma noite. Ponha um pouco da mistura em um frasco e junte a cultura de ciliados.

Todos esses tipos de cultura têm duração limitada de alguns meses. Com o tempo elas “envelhecem”. Para evitar a perda dos animais, faça uma nova cultura de tempos em

tempos. É muito simples. Basta fazer novamente o meio de cultura e acrescentar um pouco da cultura velha. No método G, por exemplo, é suficiente acrescentar uma pequena quantidade de leite em pó, para que a população aumente outra vez.

**Flagelados** — Esta classe contém protozoários com um ou mais flagelados. Uma característica interessante dêste grupo é a divisão longitudinal, na reprodução assexuada.

Há numerosos parasitas entre os flagelados. Exemplos: *Trypanosoma*, *Leishmania*, etc.

Os flagelados livres são encontrados em poças e lagos, constituindo freqüentemente, placas verdes na superfície da água. São responsáveis por isso, principalmente as euglenas.

Os métodos empregados para a cultura de Rizópodos e Ciliados também servem para esta classe. Recomendam-se os métodos D e E e além dêles:

**Método J** — Ferva 4 grãos de trigo em 80 ml de água. Quando o meio estiver frio, adicione um pouquinho de água contendo os flagelados.

No caso da *Euglena* e de outras formas que apresentam clorofila, deve-se tomar o cuidado de guardar em luz moderada, após a inoculação. As culturas não devem receber raios solares diretos por mais de uma hora durante o dia.

## OBSERVAÇÕES AO MICROSCÓPIO

Os materiais cultivados vão permitir que você verifique a forma, locomoção, alimentação, reprodução e estrutura dos protozoários.

O exame ao microscópio é feito colocando uma gôta da cultura entre lâmina e lamínula.

Procure inicialmente utilizar o aumento menor do microscópio e depois o aumento maior.

**Observação da forma e da estrutura —** Focalize ao microscópio uma gôta da cultura. Você poderá observar amebas e distinguir perfeitamente o seu ectoplasma e endoplasma, as correntes intracelulares deslocando as inclusões e até a emissão de pseudópodos. Poderá, ainda, ver o plasto carotenóide e as contrações de uma *Euglena*.

O *Paramecium* é identificado facilmente. Observe os seus vacúolos digestivos, tricocistos e o macro e micronúcleo (fig. 5).

A *Stylonychia*, comum também, pode ser observada movendo-se sobre os cirros que funcionam como pés (fig. 7, prancha I).

Procure uma *Vorticella* e veja sua forma em cálice apoiada por um pé que se contrai periodicamente (fig. 30).

Um processo que permite a observação fácil da estrutura de um protozoário é o de sua imobilização. Junte à sua cultura de ciliados um pouco de sulfato de cobre. Os animais

ficam imobilizados, sem no entanto, perderem a forma do corpo.

**Alimentação** — Adicione a uma gôta de cultura de *Paramecium* ou de outro ciliado, um pouquinho de pó de carmim. Examine entre lâmina e lamínula. Observe como os cílios criam uma corrente de alimento em direção à abertura oral e a passagem da massa alimentar, vermelho-escura, para o citoplasma onde se forma um vacúolo digestivo.

Você pode substituir o pó de carmim por tinta nanquim. Neste caso os vacúolos digestivos aparecem negros.

Você poderia perguntar: os protozoários ingerem as partículas de carmim apesar de não poderem digerí-las e aproveitá-las, ou eles “aprendem” a selecionar o tipo de alimento? Um método interessante para responder a essa pergunta é contar o número de vacúolos digestivos que se formam durante certos intervalos de tempo (por exemplo de um em um minuto). Se o número de vacúolos decrescer, é evidente que o animal sabe selecionar o tipo de alimento que lhe convém.

**Locomoção dos protozoários** — Os protozoários, principalmente as formas ciliadas, movem-se muito rapidamente, de modo que é difícil observá-los. Há vários processos que permitem diminuir a velocidade dos ciliados, para um estudo mais cuidadoso.

Faça o seguinte: prepare diversas lâminas com antecedência e deixe que o líquido comece a evaporar. Com a evaporação contínua, o líquido vai diminuindo e o pêso da lamínula já é o bastante para tornar os protozoários mais vagarosos.

É bom lembrar aqui que o *Paramecium*, o *Stentor* (fig. 31) e outros, têm vacúolos contráteis bem visíveis. Quando as lâminas começam a secar e com pouquíssima luz (diafragma fechado) podem-se ver com nitidez as pulsações rítmicas desses vacúolos.

## TACTISMOS DOS PROTOZOÁRIOS

Tactismos são movimentos de seres vivos causados por um excitante, que pode ser luz, oxigênio, força da gravidade, etc. Quando o organismo caminha para a fonte de estímulo, dizemos que tem tactismo positivo; quando se afasta do estímulo, dizemos que apresenta tactismo negativo.

**Resposta à força da gravidade** — Esse tactismo recebe o nome de geotactismo.

Coloque culturas ricas em protozoários em tubos que possam ser fechados. Para contrôlo, mantenha os vários tubos em posições diferentes (horizontal, vertical, etc.). Observe, agora, em que partes do tubo houve maior concentra-

ção. Verá que os paramécios ficam na superfície do líquido: êles têm geotactismo negativo. Já as amebas têm geotactismo positivo, localizando-se, portanto, no fundo dos tubos.

**Resposta à luz** — É o fototactismo. Este tipo de tactismo é verificado mais facilmente com formas que tenham clorofila, como por exemplo as euglenas. Derrame uma cultura rica de euglenas em uma placa de Petri. Cubra metade dela com papel escuro. Assim a luz só atingirá metade da cultura. Dez minutos depois, remova o papel. Observe a concentração dos microrganismos na metade iluminada da placa. É um ótimo exemplo de fototactismo positivo.

Usando agora um microscópio você pode fazer outra experiência interessante. Corte um cartão do tamanho de uma lâmina. No centro dêle faça um pequeno orifício. Prepare uma lâmina com uma gota de cultura de *Euglena*. Cubra com a lamínula e focalize com o pequeno aumento. Coloque, agora, debaixo da lâmina, o cartão. Examine os organismos visíveis através do orifício e remova rapidamente o cartão. Verá que a maioria das euglenas concentraram-se na região do orifício, que era a única que recebia luz.

**Resposta aos agentes químicos** — Os protozoários reagem a certos estímulos químicos com movimentos em direção à substância, como



que buscando alimento. Outros agentes químicos, como ácidos fortes, provocam respostas negativas. Coloque, por exemplo, numa lâmina, uma gôta de cultura rica em *Paramecium*. Aos lados da gôta, ponha palitos de fósforos, que servirão para apoiar a lamínula; coloque na gôta de cultura uma pequena quantidade de ácido acético. Você verá os paramécios se acumularem ao redor da gôta de ácido.

Para verificar o quimiotactismo negativo, você pode fazer a seguinte experiência: faça um cordãozinho com um pouco de algodão. Embeba-o em ácido clorídrico diluído e envolva com êle uma gôta de cultura rica em *Paramecium*. Observe a lâmina contra um fundo escuro ou ao microscópio. Verá uma área ao redor do algodão. Os animais movem-se, afastando-se do ácido diluído.

**Resposta ao contacto** — Você está curioso em saber como formas grandes de protozoários, como o *Stentor*, respondem a um contacto ou agitação? Coloque uma gôta de cultura rica em protozoários e mova-a levemente. Observe como os organismos se contraem. Isto é particularmente visível na *Vorticella*, que possui uma haste que se contrai.

Você já observou que quando dois protozoários (ciliados) estão correndo um para o outro, mudam a direção na qual se movimentam? Isto também pode ser considerado como uma

resposta devida a um tactismo de contato, denominado tigmotactismo.

**Resposta à corrente elétrica** — Prenda numa lâmina, com uma gôta de parafina fundida, dois fios finos ligados a uma pilha.

Coloque entre êles uma gôta de cultura com *Paramecium* e observe ao microscópio para ver que êles se dirigem para o pólo negativo. Inverta a ligação dos fios na pilha e note que os animais imediatamente voltam e migram para o outro lado, agora negativo (fig. 2).

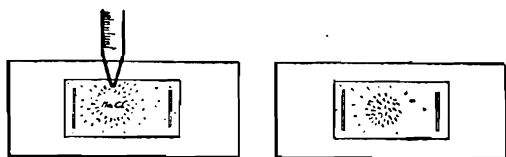


Figura 1.

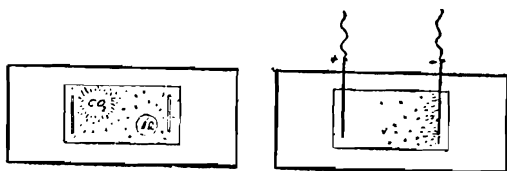


Figura 2.

## P A R T E   I I

### ESTUDO GERAL DOS PROTOZOÁRIOS

#### I — Conceito

Os protozoários foram descobertos em meados do século XVII, por Leeuwenhoek, quando examinava águas poluídas em seu microscópio. Até 1812, foram chamados pelo nome de infusórios, abrangendo êste grupo também pequenos vermes microscópicos que, nesta época, Dutrochet separou num grupo à parte. Só em 1845, Von Siebold reconheceu sua estrutura unicelular, conceituando então os protozoários como animais; separou-os dos pluricelulares, conhecidos como metazoários.

#### II — Forma e Tamanho

Os protozoários apresentam formas e dimensões as mais variadas. Há protozoários com formas regulares e constantes que mantêm, em quaisquer condições. Quando mutilados, procuram, pela regeneração, readquirir a

forma primitiva. Outros, como por exemplo a ameba, além de não terem uma forma regular, alteram-na constantemente. Contribui para a manutenção da forma, a existência de uma membrana mais ou menos rígida, mas a maioria dos protozoários tem uma membrana de suficiente elasticidade que permite, quando sob a ação de forças mecânicas, alterar a forma do indivíduo.

O tamanho varia entre limites bastante afastados. Há protozoários de tamanho menor que um micron, como a *Babesia*, e outros, como o *Spirostomum*, que atinge cinco milímetros; os protozoários fósseis são bem maiores, sendo que os *Nummulites* atingem dezenove centímetros.

### III — Estrutura Geral

Podemos reconhecer nos protozoários, uma membrana, citoplasma e núcleo.

A *membrana* apresenta-se simples ou dupla. Simples quando há apenas uma membrana física, invisível, que separa o protozoário do meio ambiente e que é a membrana própria-mente dita. Sobre esta pode existir uma membrana morfológicamente diferenciada, que representa um produto de secreção ou impregnação. Denomina-se *periplasto*. Pode ter várias naturezas (fig. 3), isto é, conter pectina (substância semelhante à celulose), sílica ou subs-

tâncias calcárias. Sobre estas substâncias, depositam-se impurezas, que podem conferir cor à membrana. É curioso assinalar que certos radiolários possuem uma membrana de sulfato de estrôncio.

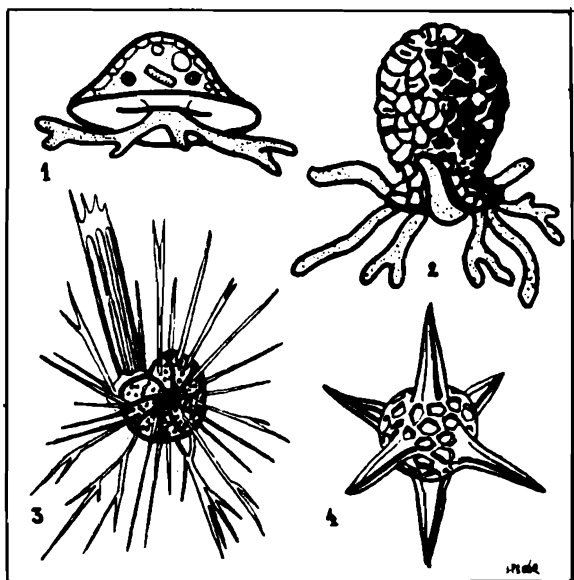


Figura 3.

- |             |                 |
|-------------|-----------------|
| 1. Arcella  | 3. Foraminífero |
| 2. Diffugia | 4. Radiolário   |

O *citoplasma* apresenta-se geralmente dividido em duas partes: uma periférica, hialina, o *ectoplasma*, que é um colóide em estado de gel. Outra central, mais grosseira, com vacúolos — o *endoplasma* (fig. 4), colóide em estado

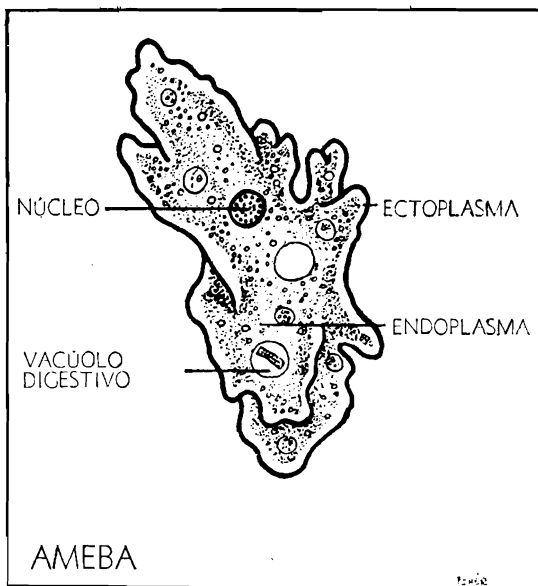


Figura 4.

de sol. Em certos protozoários, como nos radiolários, estas duas partes são separadas por uma membrana, o mesmo acontecendo com o protozoário ciliado, parasita do boi, *Epidinium* (fig. 7). Encontra-se no citoplasma, o citoplasma diferenciado, representado pelo condrioma, aparelho reticular de Golgi, vacúolos e grânulos paraplastmáticos (substância de reserva).

O núcleo apresenta os mesmos componentes que o núcleo da célula de um metazoário, isto é, membrana, cariolinfa, nucléolos falsos e verdadeiros.

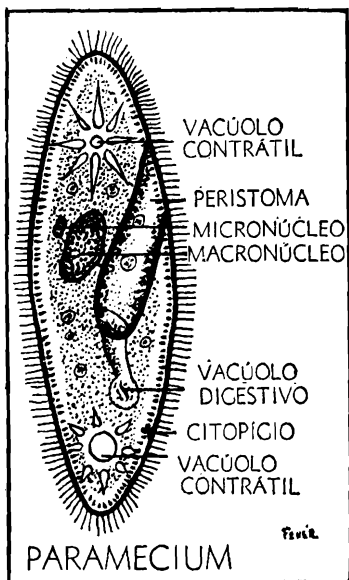


Figura 5.

Pode ser único ou múltiplo. Nos ciliados encontramos dois tipos de núcleos, o macronúcleo e o micronúcleo (fig. 5). O primeiro, mais volumoso, tem função vegetativa, desaparecendo em geral na reprodução. O micronúcleo tem função genética e reprodutiva. Cada ciliado pode ter macro e micronúcleos em número variável.

Além de membrana, citoplasma e núcleo, o protozoário apresenta vários sistemas de orgâ-nulos que executam as múltiplas funções neces-sárias à sua vida.

#### IV — Orgânulos de nutrição

Os protozoários possuem graus de complexidade variável; encontra-se entre êles, desde a informe massa protoplasmática da ameba, até a complexidade morfo-funcional do *Epidinium* e do *Paramecium*.

Aos diversos graus de complexidade correspondem diferentes tipos de “sistemas” digestivos. Um grande número de protozoários nutre-se absorvendo alimentos através da membrana, deixando de apresentar orgânulo digestivo; por exemplo o *Trypanosoma*. A ameba engloba os alimentos por fagocitose (fig. 6), isto é, aprisiona os alimentos com os pseudópodos, que, fundindo-se, limitam um espaço ocupado pelo alimento e líquido do meio exterior, formando o vacúolo digestivo. Para o interior dêsse vacúolo são secretadas enzimas e substâncias ácidas. O material útil é absorvido, sendo o restante eliminado pelo rompimento do vacúolo no exterior.



Figura 6.



Em contraposição com êsse “sistema” pouco complexo, temos o “sistema” digestivo do paramecio (fig. 5). Compõe-se de uma escavação, o peristoma, no fundo da qual está a “bôca” ou citóstoma. A essa se segue a faringe, denominada citofaringe (no *Epidinium*, a citofaringe é dotada de fibrilas contráteis (fig. 7). O alimento passando por estas porções chega ao fim da citofaringe, onde entra para o vacúolo digestivo. O vacúolo recebe ácidos e enzimas que digerem o alimento, que é absorvido passando através da parede do vacúolo para o citoplasma. Durante o processo da diges-

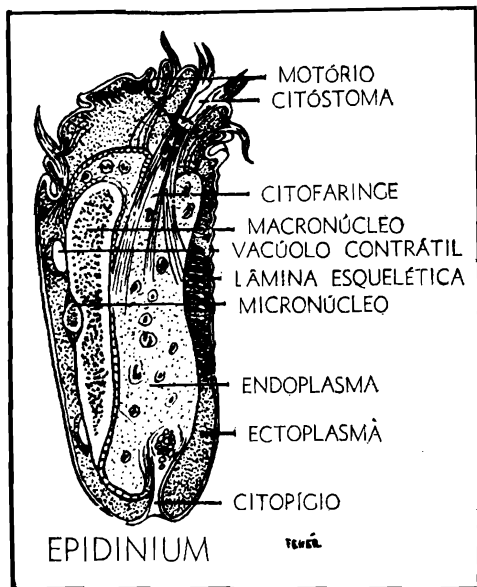


Figura 7.

tão e da absorção, o vacúolo digestivo move-se percorrendo o citoplasma até chegar ao citopígio (ânus) onde se rompe eliminando as escórias para o exterior.

Participam do “sistema” digestivo os orgâ-nulos de locomoção, que auxiliam na preensão e na captura de alimentos, encaminhando-os para o citóstoma.

Podem os protozoários armazenar reservas, sendo encontrados no citoplasma grânulos ou mesmo vacúolos cheios de substâncias de reservas, constituídas de glicogênio e substâncias análogas (paraglicogênio), amido, lípidos, etc.

Quanto às necessidades alimentares, há uma grande variedade de tipos. Há protozoários dotados do poder de realizar fotossíntese e que conseguem sintetizar substâncias orgânicas. Neste grupo estão os que retiram do habitat apenas sais minerais. Outros, apesar de sua capacidade de síntese, necessitam de certas substâncias orgânicas, que não conseguem produzir, tais como certos aminoácidos. A grande maioria dos protozoários é heterotrófica, isto é, necessita de uma grande variedade de alimentos, sejam sais minerais, sejam substâncias orgânicas. São conhecidas as necessidades alimentares de certos protozoários, tendo sido mesmo demonstrada até a necessidade de certas vitaminas.

## V — Respiração

Como todos os sêres vivos, os protozoários respiram. Há dois grupos de protozoários: os que necessitam de oxigênio livre — *aeróbios* e os que não necessitam — *anaeróbios*. Um grande número de protozoários é *aeróbio* facultativo, isto é, consumindo normalmente oxigênio do meio ambiente, conseguem viver mesmo na ausência dessa substância. As trocas gasosas dos protozoários são por difusão através da membrana.

## VI — Excreção e Regulação Osmótica

Do metabolismo dos alimentos deriva uma série de substâncias que devem ser eliminadas (uréia, amônia, etc.). Por outro lado, os protozoários vivem em meio líquido, em geral hipotônico. Disto resulta que constantemente entra água no seu citoplasma, tendendo a diluí-lo. Para eliminar esta água e as escórias citadas, os protozoários têm vacúolos contráteis.

Os vacúolos contráteis são orgânulos permanentes, o que os diferencia dos vacúolos digestivos. Têm uma membrana dotada de contratilidade, que, periodicamente, se contrai eliminando o líquido coletado no vacúolo, que sai por um pequeno poro aberto na membrana do protozoário.

A função primordial do vacúolo contrátil é a manutenção da pressão osmótica. Os protozoários marinhos, vivendo num meio isotônico, não têm essas estruturas. As escórias são eliminadas apenas através da membrana.

O *Paramecium* apresenta dois vacúolos contráteis, formados de uma câmara central e de câmaras periféricas. O líquido é inicialmente recolhido pelas câmaras periféricas que, contraindo-se, o expulsam para a câmara central. Quando esta está cheia, contrai-se, eliminando o líquido para o exterior (fig. 8).

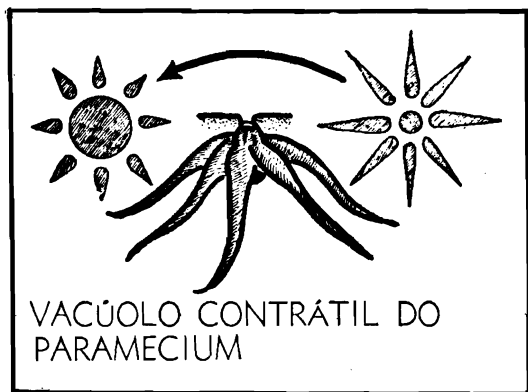


Figura 8.

## VII — Orgânulos Esqueléticos

As membranas formadas por secreção e impregnação constituem um esqueleto, que dá sustentação aos protozoários.

Muitos dêsses animais apresentam formações destinadas a dar maior rigidez ao seu organismo. O *Epidinium* apresenta na sua região dorsal uma lâmina esquelética formada de peças calcárias que, curiosamente, se assemelha a uma coluna vertebral (fig. 7).

Nos flagelados, podemos encontrar uma formação coloidal rígida denominada axóstilo (fig. 9).

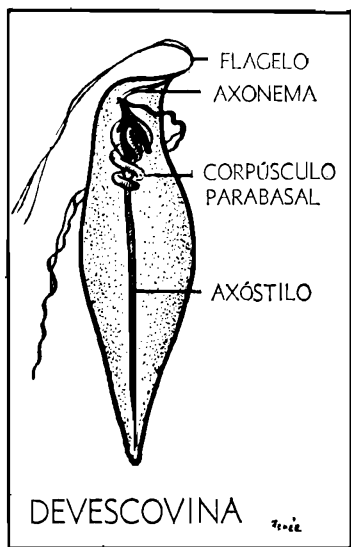


Figura 9.

Nos radiolários, como veremos adiante, existem a cápsula interna e as espículas que servem também para sustentação.

## VIII — Orgânulos de Locomoção

Três são os tipos de orgânulos destinados à locomoção dos protozoários e são usados para sua classificação. São eles: pseudópodos, cílios e flagelos.

Os *pseudópodos* são projeções citoplasmáticas, de caráter mais ou menos temporário. Apresentam-se de várias formas: *lobópodos*, de forma romba e de curta duração, típica das amebas; *filópodos*, projeções filiformes constituídas por ectoplasma, existente nas tecamebas; *rizópodos*, projeções finas, ramificadas e anastomosadas, dos foraminíferos; *axópodos*, projeções permanentes, com um filamento axial, dos heliozoários e radiolários (figs. 3 e 4).

O mecanismo de emissão do pseudópodo foi muito estudado e várias teorias sugerem-no como resultante da mudança de tensão superficial e da contração. Hoje se admite que a emissão de pseudópodos tem por mecanismo a variação do estado coloidal de sol para gel e vice-versa. Sabemos que o ectoplasma se apresenta no estado de gel e o endoplasma no de sol. Na emissão do pseudópodo, o ectoplasma da porção oposta à zona em que será emitido o pseudópodo, transforma-se em sol e este flui pelo endoplasma, depositando-se na região do pseudópodo novamente sob a forma de gel. Assim vai havendo um deslocamento de protoplasma do pólo posterior para o anterior.

Outro ponto bastante indagado era como serviam os pseudópodos para a ameba se locomover. Quando examinamos a ameba ao microscópio, a vemos sempre de cima e observamos os pseudópodos como emissões protoplasmáticas para a frente. Dellinger teve a idéia de observar uma ameba viva de perfil (fig. 10). Dizia êste autor que era impossível avaliar-se a maneira de utilização do pseudópodo, vendo sempre a ameba de cima. Se víssemos de cima um automóvel, jamais saberíamos como êle se desloca, pois nunca veríamos as rodas. Construiu êste autor um microaquário observando que a ameba se serve dos pseudópodos como pés, apoiando-os no fundo do aquário.

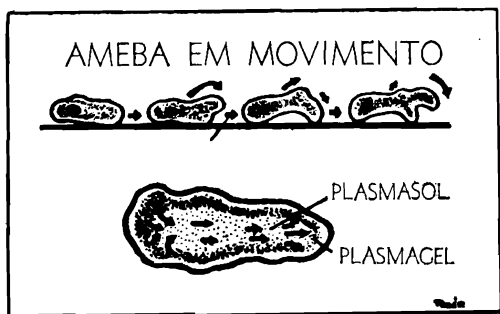


Figura 10.

Os *flagelos* são filamentos longos dotados de movimento muito ativo, movimento *turbilhonar*. Em geral são finos, visíveis apenas com o maior aumento do microscópio e quando corados por métodos adequados ou em campo escuro.

São constituídos por fina capa de citoplasma, revestida por membrana, tendo no centro um filamento axial. Este filamento, denominado axonema (fig. 9), continua-se no citoplasma até atingir um corpúsculo denominado *blefaroplasto*. Junto dêste, existe outra partícula, o corpúsculo parabasal que, com o blefaroplasto, constitui o cinetônúcleo. Ligando os dois corpúsculos e às vezes êstes ao núcleo, encontram-se, quando coradas por processos especiais fibrilas. O axonema pode percorrer maior ou menor porção do citoplasma e fazer saliências levantando dobras na membrana ondulante.

Em alguns protozoários, podemos encontrar um colar de protoplasma rodeando a inserção do flagelo, como nos coanoflagelados (fig. 11).

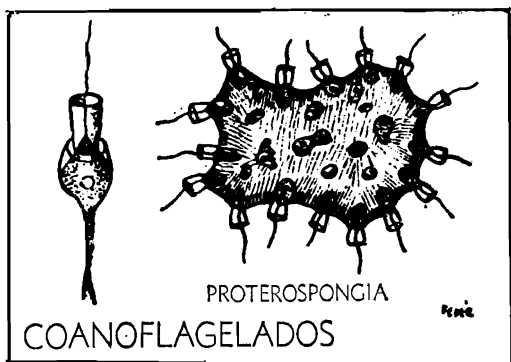


Figura 11.

Quanto ao mecanismo de movimentação do flagelo, nada se sabe.



Os *cílios* são mais curtos que os flagelos e em geral, em maior número. Têm também a capa citoplasmática e o filamento axial que começa no corpúsculo basal, junto à membrana.

Apresentam distribuição variada, ora só em determinadas partes, ora cobrindo tôda a superfície do protozoário. Podem apresentar-se colados, formando cílios mais grossos denominados cirros, ou apresentar-se fundidos, um ao lado do outro, formando a chamada membranela.

Os cílios, além da sua função de locomoção e auxiliar na captura de alimentos, servem como órgãos sensitivos.

Nos *suctórios* (fig. 33) não encontramos cílios na fase adulta. Em vez dêles, encontramos prolongamentos do citoplasma, ocos, que servem para capturar alimentos; são os tentáculos.

## IX — Mionemas e Orgânulos de Defesa

Alguns protozoários apresentam formações contráteis, sob a forma de fibrilas — são as *miofibrilas* ou *mionemas* que, dispondo-se longitudinalmente, permitem contrações do protozoário. Um dos protozoários que as apresenta é a *Euglena*, que realiza periodicamente movimentos de contração longitudinal — denominados movimentos euglenóides (fig. 12).

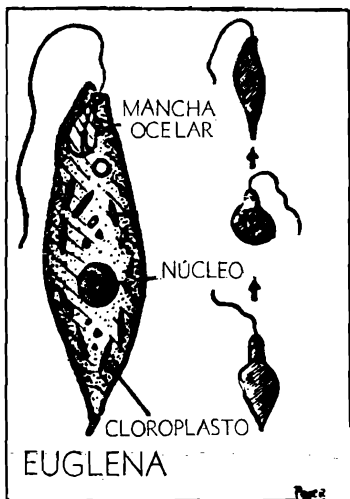


Figura 12.

Dois tipos de orgânulos explosivos são encontrados em alguns protozoários e que servem, ao que parece, como meios de defesa: são os tricocistos e as cápsulas polares.

Os tricocistos são formações com aspecto de bastonete encontradas nos ciliados. Situam-se sob o periplasto e podem ser lançados à distância, à maneira de setas (fig. 13).

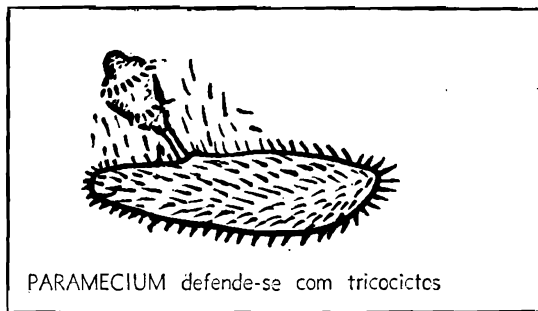


Figura 13.

As cápsulas polares são características dos cnidiosporídios. São constituídas por uma cápsula com um orifício que se abre na superfície do protozoário, orifício êste fechado por um opeárculo; cada cápsula contém um filamento enrolado. Parece que são relacionadas com a defesa ou fixação do animal.

Os protozoários podem defender-se contra as más condições do meio pela formação de uma cápsula que, sendo bastante espessa, isola o animal. O protozoário assim defendido e isolado do meio, está encistado (fig. 14).



Figura 14.

## X — Orgânulos Sensitivos

Os protozoários são dotados de uma sensibilidade grande. Seus orgânulos especializados para esta função são poucos. A maior parte da sensibilidade é devida ao protoplasma indiferenciado e aos cílios.

Alguns protozoários apresentam uma mancha colorida, constituída por caroteno e denominada mancha ocelar. Esta é encontrada

entre os flagelados clorofilados, com a *Euglena* (fig. 12). Outro flagelado clorofilado, a *Eudorina* (figura 5, prancha II), apresenta, na frente da mancha ocelar, uma curiosa formação que parece um cristalino.

## XI — Sistema Neuromotor

Os protozoários apresentam reações coordenadas; assim o grande número de cílios de um paramécio, move-se coordenadamente, permitindo ao protozoário deslocar-se para determinado lugar, de acôrdo com suas necessidades e respondendo a um estímulo.

Para que um protozoário possa responder a um estímulo, é necessário que tenha órgãoulo de recepção dêste estímulo (órgânulos sensitivos a que nos referimos) e um sistema de resposta, ou sistema efetuator, formado pelos órgãoulos de defesa e de locomoção. Já conhecemos sumariamente a êstes e devemos conhecer o sistema que integra a percepção de um estímulo à sua resposta, isto é, o sistema neuromotor.

Com o desenvolvimento de técnicas de microscopia, em particular, das técnicas de impregnação metálica, conseguiu-se visualizar uma série de formações interessantes, estudadas particularmente nos ciliados. Êstes protozoários possuem um sistema de coordenação bastante desenvolvido. Têm primeiramente um corpúsculo que coordena as respostas como um

verdadeiro “cérebro”; é o motório. Este se conecta com uma complexa trama de fibrilas argentófilas (que se impregnam pela prata) e que o ligam aos corpúsculos basais dos cílios.

A morfologia dêste sistema muda de protozoário para protozoário. No *Epidinium* (fig. 7) encontramos, ligadas ao motório, fibrilas que o ligam a placas. No *Euplotes* saem do motório, fibrilas que o ligam a placas que, por sua vez, estão relacionadas com os cirros posteriores. Taylor (1920) cortou com um micro-manipulador estas fibrilas observando uma descoordenação dos cirros. Em outros grupos não se encontrou nada semelhante a êste sistema.

## XII — Reação aos Estímulos

Os ciliados, pelo menos, sendo dotados de um tão complexo sistema de coordenação, têm um comportamento também complexo e interessante, quando excitados. Respondem a estímulos vários, como estímulos mecânicos (tigmotaxia), gravidade (geotaxia), correntes de água (reataxia), agentes químicos (quimiotaxia), luz (fototaxia) e eletricidade (galvanotaxia).

Duas são as maneiras de responder:

A) *FOBOTAXIA*, que consiste na mudança de direção na qual estava se locomovendo.

Assim, se observarmos um paramécio, verificamos que cada vez que êle toca num obstáculo, que se encontra no seu caminho, faz um pequeno movimento de marcha-ré, gira, de um ângulo de cêrca de trinta graus e prossegue para frente. Se colocarmos numa cultura, uma gôta de reativo concentrado, êste vai se diluindo de forma a encontrarmos aqêis concêntricos, cada vez contendo menor quantidade de reativo. Verificaremos que o paramécio, encontrando a zona de concentração ótima para suas atividades fisiológicas, move-se dentro dela, fazendo ziguezagues e procurando conservar-se aí. Tôda vez que chega ao limite da região, faz um ângulo voltando para ela. Êste tipo de reação chama-se comumente lei da tentativa e êrro (fig. 15).

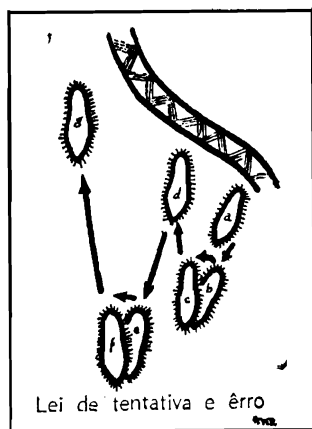


Figura 15.

B) *TOPOTAXIA*. Caracteriza-se pela orientação do protozoário para determinado lugar. Assim, colocado um pouco de alimento numa cultura, os protozoários dirigem-se para êle. Ao contrário do primeiro tipo de reação, que é negativa, a topotaxia é positiva.

### XIII — Reprodução

Os protozoários apresentam vários tipos de reprodução. Citològicamente encontramos nêles os mesmos tipos de reprodução de uma célula.

Podemos classificar os tipos de reprodução em dois grandes grupos: reprodução sexuada e assexuada.

#### A) REPRODUÇÃO ASSEXUADA.

1) *binária ou por cissiparidade*: — o protozoário se divide em dois protozoários filhos. Primeiramente, os núcleos se dividem, seguindo-se a divisão da célula (fig. 16).

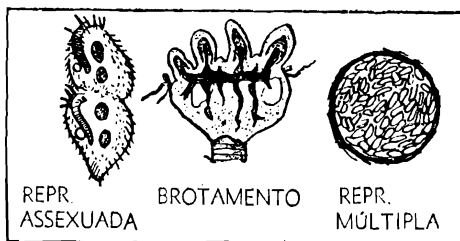


Figura 16.

2) *por brotamento ou gemiparidade*: — destaca-se um brôto, com um núcleo que, crescendo, dá origem a um nôvo protozoário.

3) *múltipla ou por esporulação*: — o protozoário torna-se multinuclear, dividindo-se posteriormente em muitos protozoários filhos. A divisão múltipla pode dar origem a protozoários adultos; nesse caso denomina-se *esquizogonia*. Quando, depois da esporulação ocorre fusão sexual, o processo é chamado *esporogonia* e quando as células resultantes são gametas, denomina-se *gamogonia*.

## B) REPRODUÇÃO SEXUADA.

É a reprodução em que há participação de núcleos de dois protozoários.

1) *Singamia*: — reprodução sexuada com fusão dos protozoários gametas.

a) *Automixia*: — fusão de dois protozoários originários de um único. Pode haver divisão de um protozoário, dando origem a dois protozoários filhos, que se fundem (pedogamia) ou divisão do núcleo de um protozoário em dois núcleos que depois se fundem (autogamia). São processos raros.

b) *Anfimixia*: — Fusão de núcleos e citoplasma de dois protozoários. Podemos muitas vezes distinguir, pela diferença morfológica ou pela diferença de



comportamento, os dois protozoários participantes do processo que dizemos serem de sexos opostos. Temos então uma anisogamia morfológica. No caso de ser impossível distinguí-los, teremos uma isogamia.

2) *Conjugação*: — reprodução em que os protozoários participantes trocam núcleos, sem haver trocas de citoplasma ou fusão dos protozoários.

O fenômeno de conjugação pode ser arbitrariamente dividido em três fases: fase preparatória, conjugação propriamente dita e fase de multiplicação.

Na fase preparatória, os protozoários se aproximam estabelecendo-se entre êles um canal — tubo de conjugação; o macronúcleo desaparece e o micronúcleo se divide por meiose, originando quatro micronúcleos, dos quais três desaparecem, restando um único. Este se divide em dois, migrando um dêles, pelo tubo copulador, para o outro protozoário, fundindo-se com o núcleo estacionário dêste. Há assim, uma troca de núcleos, o que constitui a conjugação propriamente dita.

Segue-se a fase de multiplicação em que os protozoários se separam e o núcleo resultante da fusão do núcleo estacionário (feminino) com o núcleo migratório (masculino) divide-se um certo número de vezes. Alguns micronúcleos transformam-se em macronúcleos. O pro-

tozoário divide-se por divisão binária, um certo número de vezes, formando protozoários iguais aos iniciais (fig. 17).

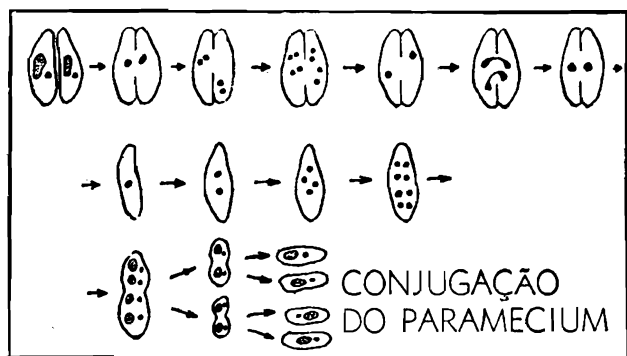


Figura 17.

Podemos encontrar nos ciliados, em certas fases da vida, a primeira fase da conjugação, mas não ocorre a conjugação propriamente dita. Segue-se uma multiplicação de núcleos e uma série de divisões binárias. A este tipo de reprodução, denomina-se *endomixia*.

Em torno da reprodução dos protozoários há vários problemas de grande importância biológica. Um grande número de protozoários reproduz-se por mais de um tipo de reprodução, alternando-se reprodução sexuada e assexuada sendo esta binária ou múltipla.

Além disso, devemos lembrar que, em condições ótimas, os protozoários dividindo-se, quer por reprodução sexuada ou assexuada, não deixam cadáver, reproduzindo-se sucessivamente.

Diz-se pois, que os protozoários são imortais, em condições adequadas. Em relação a este problema, em particular aplicado aos ciliados, muito se estudou sobre a importância da reprodução sexuada. Segundo alguns autores, um paramécio não pode se reproduzir indefinidamente por reprodução assexuada. É pois obrigatório que, de vez em quando, haja uma conjugação, o que aumenta a vitalidade do protozoário, talvez pela renovação do núcleo. Por outro lado, facilitando a recombinação de gens, a conjugação possibilita a formação de novos genótipos.

Tem sido bastante estudada a existência de sexos nos fenômenos de conjugação. Verificou-se que não há conjugação entre dois protozoários quaisquer, pois existe um polimorfismo sexual, que não pode todavia ser notado nem pelo aspecto morfológico nem pelo comportamento. Verificou-se, fazendo experiências de conjugação, que o *Paramecium aurelia* tem sete "sexos" diferentes.

#### XIV — Ecologia e Etiologia

Quanto ao habitat, os protozoários podem ser divididos em dois grupos: os livres e os que vivem em associação com outros seres vivos.

Os protozoários de vida livre são encontrados em todos os habitats possíveis. Vivem no oceano em todas as profundidades habitáveis, nas águas doces, em matéria fecal (são os

chamados coprozóicos) em matéria orgânica em decomposição (são os saprozóicos), na poeira dos desertos, nos gelos glaciais e icebergs (sob a forma de cistos, formas de resistência). Conforme o protozoário, êste pode resistir a condições completamente adversas. Assim, há espécies que resistem muito tempo no gelo, outras que em líquido resistem, a 4°C, outras ainda resistem vários dias numa temperatura de 70°C.

Quando ao que se relaciona com outros seres vivos podemos considerar vários tipos de relação:

- 1 — Comensalismo, não prejudicando o hospedeiro. É o caso da *Entamoeba coli* no organismo humano.
- 2 — Mutualismo. Como exemplo, temos os protozoários que vivem no intestino dos cupins, digerindo a celulose que êstes comem. Ambos se beneficiam.
- 3 — Parasitismo. Como exemplo, citamos o *Trypanosoma cruzi*, agente etiológico da moléstia de Chagas.

Os protozoários podem manter relações com vegetais. Assim encontramos protozoários que devem sua clorofila a algas simbiontes; é o caso do paramécio verde — *Paramecium bursaria*. Podem ainda os protozoários viver em

plantas; é o caso de certos tripanosomas. Bactérias e cogumelos podem parasitar protozoários.

Os protozoários podem parasitar outros protozoários, bem como alguns pequenos animais, particularmente vermes.

## P A R T E   I I I

### SISTEMATICA

Os protozoários constituem o sub-reino Protozoa que, em oposição ao sub-reino Metazoa, é constituído por seres unicelulares. Compreende êste sub-reino apenas o filo Protozoa, que se divide em dois sub-filos, que compreendem cinco classes, considerando-se o núcleo, reprodução e locomoção.

#### Sub-Phyllum PLASMODROMA

Um único tipo de núcleo; movem-se por pseudópodos ou flagelos e se reproduzem sexualmente por anfigimixia.

com flagelos — classe I — *MASTIGOPHORA*

com pseudópodos — classe II — *SARCODINA*

parasitas, reproduzindo-se por esporulação. Têm flagelos ou pseudópodos em certas fases do ciclo de vida, mas não quando adultos — classe III — *SPOROZOA*.

## Sub-Phyllum CILIOPHORA

Macro e micronúcleo, cílios pelo menos na fase jovem, reproduzindo-se por conjugação.

Com cílios sempre — classe IV — *CILIATA*

Com cílios só quando jovem; tentáculos no adulto — classe V — *ACINETA*.

### CLASSE I — MASTIGOPHORA

São protozoários com flagelos de forma e número variáveis, encontrados nos mais diversos habitats. Muitos apresentam clorofila e outros pigmentos fotossintetizantes (*Phytomastigina*); normalmente, vivem em meio quase inorgânico, apresentando, entretanto, a possibilidade de aproveitar material orgânico, podendo viver em vários meios. Fazem parte do plâncton de água doce ou marinho. Aquêles não dotados de pigmentos, ora são sapro-zóicos ora parasitas (*Zoomastigina*). Os protozoários em geral são estreitamente ligados ao meio líquido e só em condições especiais são encontrados fora dêle.

#### A. Sub-classe *Phytomastigina*

São protozoários de vida livre, geralmente móveis por intermédio de seus flagelos, podendo todavia permanecer fixos, perdendo o flagelo e assumindo o aspecto de uma célula de alga (estado de palmela). Apresentam cloroplastos, vivendo no plâncton.

A *Euglena* (fig. 12), comumente encontrada nas infusões, constitui interessante exemplo desta sub-classe. É um protozoário fusiforme, de mais ou menos um décimo de milímetro. Tem sua membrana estriada e cloroplastos no citoplasma. Na parte anterior, junto do flagelo, tem um plasto carotenóide (de hematocromo) que se denomina mancha ocelar e funcionando como um olho, permite ao animal orientar-se ante o estímulo luminoso. Possui um núcleo um vacúolo contrátil e apenas um flagelo. Examinando-se uma cultura, encontram-se protozoários livres, outros em estado de palmela. Entre os primeiros, vêem-se facilmente, quando se examina uma gôta de cultura entre lâmina e lamínula, alguns que se contraem assumindo a forma globosa, voltando pouco depois à forma primitiva; é o movimento englenóide. Reproduzem-se por divisão longitudinal e, em meio rico de substância orgânica, esta reprodução é rápida e intensa e os cloroplastos degeneram, tornando-se a *Euglena* incolor.

Entre os fitomastigíneos encontramos alguns que possuem uma grande quantidade de cromoplastos, como a *Chlamydomonas nivalis*, que confere côr vermelha à neve.

Um grupo interessante de protozoários é o dos dinoflagelados, que possui, sôbre a membrana, placas de celulose. São geralmente marinhos e algumas espécies habitam a água



doce. Alguns são fosforescentes, como a *Noctiluca* (fig. 18) e o *Ceratium* (fig. 19), que

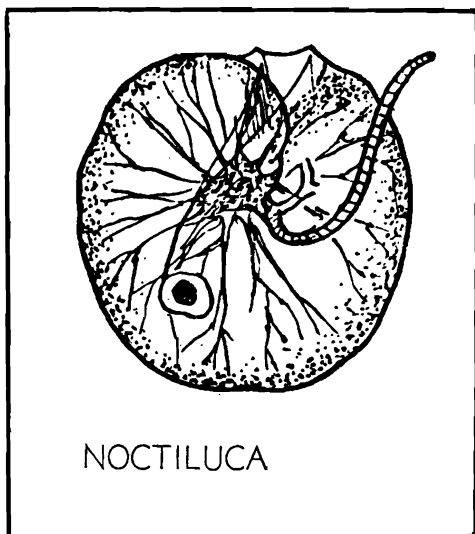


Figura 18.

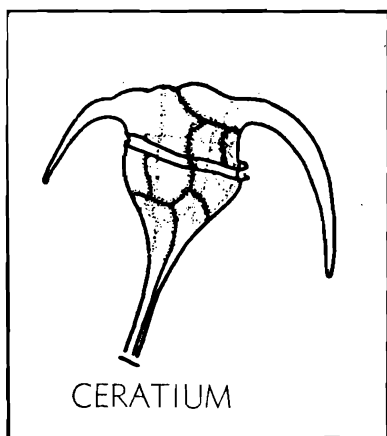


Figura 19.

conferem a fosforescência tão conhecida à água do mar.

Outros protozoários de interesse biológico são os fitomastigíneos que assumem forma colonial. Agrupam-se em número elevado, formando colônia de forma própria a cada espécie, em geral esférica, com organização complexa. No *Volvox* (fig. 20) por exemplo,

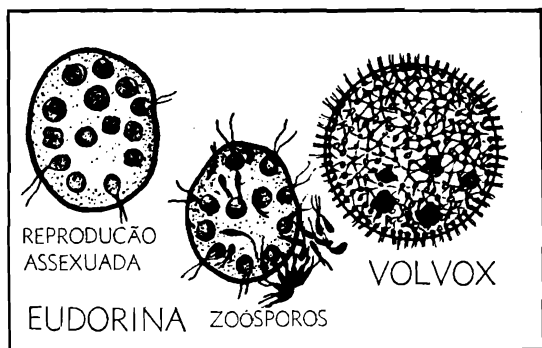


Figura 20.

os protozoários, cada qual com dois flagelos, se dispõem na superfície, com os flagelos para fora, formando uma colônia ôca. A colônia reproduz-se assexuadamente, por intermédio de determinados indivíduos (surge pela primeira vez a divisão de trabalho na escala zoológica) que caem no seu interior e se dividem. A colônia em formação, assemelha-se a um ôvo de metazoário em divisão, os elementos com os flagelos voltados para o seu interior. Ocorre uma inversão, passando os flagelos para o

exterior e a colônia sai por um abertura que aparece na colônia mãe. Êste complexo processo é de grande importância filogenética e permite filiar as esponjas a êste grupo. O *Volvox*, bem como outros protozoários semelhantes, apresentam também reprodução sexuada.

## B. Sub-classe Zoomastigina

São protozoários com número variável de flagelos, sem cromatóforos, vivendo quer holozôicamente (nutrindo-se de outros seres vivos), saprofiticamente (aproveitando substâncias complexas do meio) ou parasitariamente. Reproduzem-se assexuadamente, não se conhecendo nesta sub-classe fenômenos sexuais. Classificam-se nas seguintes ordens:

- a) com 1 ou 2 flagelos — ordem PROTOMONADINA.
- b) 3 a 8 flagelos . . . . . — ordem POLYMASTIGINA.
- c) mais de 8 flagelos — ordem HYPERMASTIGINA.

Entre os protomonadina encontramos vários protozoários de interesse médico e veterinário; são as espécies parasitas da família Trypanosomidae. Os vários gêneros desta família são parasitas de animais ou vegetais e apresentam um ciclo de reprodução assexuada, passando

por formas diferentes: leishmania (elíptica, com núcleo polar e volumoso, blefaroplasto e axonema, sem flagelo livre), leptomona (oblonga, de núcleo menor, blefaroplasto adiante do núcleo e flagelo livre), critídia (com morfologia idêntica à anterior, mas com uma membrana ondulante) e tripanosoma (com blefaroplasto posterior ao núcleo e membrana ondulante). De acôrdo com as formas que o protozoário assume no seu ciclo, êle é classificado num dos gêneros de acôrdo com o esquema da figura 21.

Os protozoários dos gêneros *Leishmania* e *Trypanosoma* são, como assinala a figura, parasitas de vertebrados e invertebrados. Neste caso, o vertebrado é denominado hospedeiro definitivo e o invertebrado, hospedeiro intermediário.

As *Leishmania* têm interêsse médico, sendo agentes etiológicos de várias moléstias, bastante comuns. A *Leishmania donovani* ocasiona uma moléstia que lesa os órgãos internos, particularmente o fígado e o baço, causando a leishmaniose visceral ou kala-azar, comum na Europa e África, mas já encontrada no Brasil. A *L. tropica* ocasiona a leishmaniose cutânea, úlcera de Bauru ou ferida brava e a *L. brasiliense* lesa também a pele, atingindo também as mucosas e destruindo o septo nasal — é a leishmaniose tegumentar americana ou espún-







HOSPEDEIRO VERTEBRADO	INVERTEBRADO				HOSPEDEIRO VERTEBRADO
					
TRIPANOSOMA	TRIPANOSOMA	CRITIDIA	LEPTOMONA	LEISHMANIA	LEISHMANIA
			LEPTOMONA E PHITOMONA (Plantas)		
			LEISHMANIA		
		CRITIDIA			
		HERPETOMONA			
		TRIPANOSOMA			

Figura 21.

dia. As três são indistinguíveis morfológicamente, mas produzem moléstias bastantes diferentes. Têm como transmissor (hospedeiro intermediário) mosquitos do gênero *Phlebotomus*.

O gênero *Trypanosoma* tem, como parasitas humanos, as espécies *T. gambiense* e *T. rhodiziense*, causadoras da moléstia do sono na África Equatorial e o *T. cruzi* agente etiológico da moléstia de Chagas. A moléstia do sono tem como transmissor uma môsca do gênero *Glossina*, conhecida na África por *tse-tse*, que inocula o tripanosoma através da picada.

O *Trypanosoma cruzi* produz a moléstia de Chagas, que se caracteriza por lesões, particularmente no coração e sistema nervoso. Como os outros dois gêneros, é encontrado no sangue sob a forma de tripanosoma e nos tecidos sob a forma de leishmania (os protozoários do gênero *Leishmania* vivem sob esta mesma forma nos tecidos). A moléstia de Chagas, que constitui um problema sanitário de alta importância em nosso continente, pela grande incidência atualmente revelada, tem como hospedeiro intermediário o barbeiro (inseto, hemíptero). Em nosso Estado, as espécies mais importantes são os *Triatoma infestans* e *Panstrongilus megista*; êstes barbeiros, vivendo nas frinchas das casas de pau-a-pique, sugam sangue de indivíduos infestados e o *Trypano-*

soma evolui, reproduzindo-se nos intestinos, passando pelas diversas formas. Quando o barbeiro pica novamente outro indivíduo, defeca perto da lesão produzida pela picada, e os tripanosomas são assim introduzidos (geralmente, há lesão no ato de coçar) e penetram na corrente sangüínea. Quando fezes de barbeiro com tripanosomas chegam à conjuntiva ocular de uma pessoa, as formas infestantes penetram, não sendo necessária solução de continuidade na mucosa. Além do homem, outros mamíferos podem ser infestados pelo *T. cruzi*, constituindo reservas de parasitas que, pelo barbeiro, são levados aos homens. Entre êles, parece ser importante sob êste aspecto, o tatu.

Além dêstes protomonadinos de interêsse médico, há os de interêsse veterinário, como o *T. equinum*, agente etiológico do mal das cadeiras dos cavalos, *T. equiperdum* que determina a dourina dos cavalos (e é transmitida por contágio direto) e *T. brucei* que ocasiona a mortal nagana de muitos mamíferos domésticos.

Entre os protomonadinos de interêsse biológico devemos citar os coanoflagelados (fig. 11), de vida livre, que se caracterizam por um colar em tórno da inserção do flagelo e que se assemelham aos coanócitos das esponjas.

A *Giardia intestinalis*, entre outros, é um exemplo de polimastigina, parasita humano.

Tem simetria bilateral e apresenta oito tentáculos, axóstilos e dois núcleos, bem como corpos parabasais (fig. 22). Vive no intestino

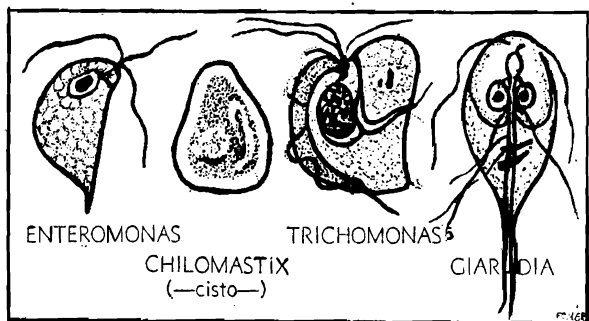


Figura 22.

e na vesícula biliar. Outros flagelados, encontrados parasitando o intestino humano, são *Trichomonas intestinalis* e *T. tenax*, *Chilomastix mesnili*, etc. (fig. 22).

Os hypermastigina são representados pelos protozoários que vivem em simbiose com os cupins, alojando-se no intestino destes animais e digerindo a celulose (fig. 23).

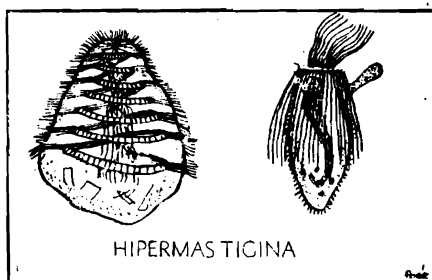


Figura 23.



## CLASSE II — SARCODINA

Apresentam êstes protozoários o citoplasma nítidamente dividido em endoplasma e ectoplasma, locomovendo-se por pseudópodos.

Classificam-se em:

- A) com lobópodos ou filópodos — sub-classe **Rhizopoda**.
- B) com axópodos — sub-classe **Actinopoda**.

### A — Sub-classe **Rhizopoda**

- a) sem casca — ordem **AMOBINA**.
- b) casca quitinosa, uma câmara — ordem **TESTACEA**.
- c) casca calcária, várias câmaras — ordem **FORAMINÍFERA**.

A ordem Amoebina compreende as amebas comuns, que se locomovem por lobópodos, vivendo em água doce ou salgada ou sendo parasitas. Entre as que vivem no interior de outros animais, seis são encontradas no organismo humano: a *Entamoeba gengivalis* que é encontrada na bôca, e *E. histolytica*, *E. coli*, *Dientamoeba fragilis*, *Endolimax* e *Iodamoeba butchlii* que vivem no intestino grosso (fig. 24). Estas tôdas, com exceção da *E. histolytica*, são comensais. Esta última é agente

etiológico da amebíase. A ameba determina lesões da parede do intestino grosso, podendo lesar outros órgãos, em particular o fígado.

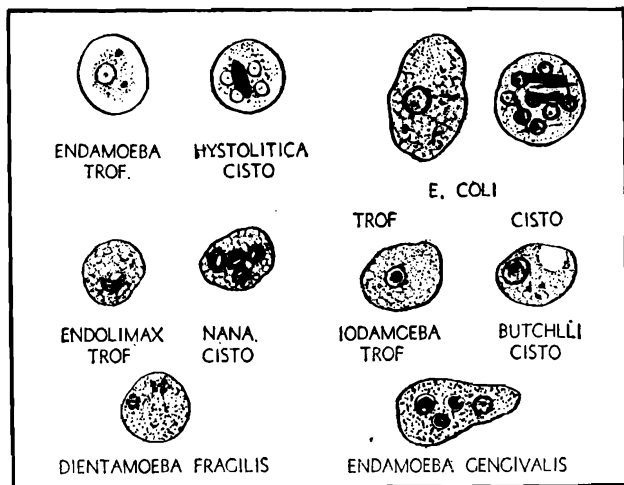


Figura 24.

As amebas intestinais, com exceção da *D. fragilis*, são encontradas nas fezes com a forma de cistos. Em relação a *E. hystolítica*, verificou-se que as bactérias da flora intestinal mantêm relações importantes com ela, delas dependendo a formação de cistos, o desencistamento e provavelmente a patogenia.

Na ordem Testacea, encontramos as amebas dotadas de casca uniloculada, movendo-se por pseudópodos, que saem da única abertura da casca. Esta é quitinosa, ou composta de quitina impregnada de materiais estranhos como

na *Diffugia* (fig. 3). A *Diffugia* e a *Arcella* são comumente encontradas em água de lagoas e riachos. Reproduzem-se assexuadamente mas também já tem sido descrita, nos testáceos, reprodução sexuada.

Os foraminíferos são protozoários marinhos com casca geralmente calcária, multiloculada, com um único orifício (Imperforata) ou muitos orifícios (Perforata), por onde saem filópodos ou rizópodos. Apresentam cores variadas, de acordo com as impurezas de sua carapaça e atingem tamanhos enormes. A carapaça tem formas variadas apresentando sempre uma loja mais primitiva, a primeira que se formou, denominada proloco, à qual, no decurso da vida, vão se juntando outras, que se dispõem de maneira peculiar a cada espécie (fig. 25).

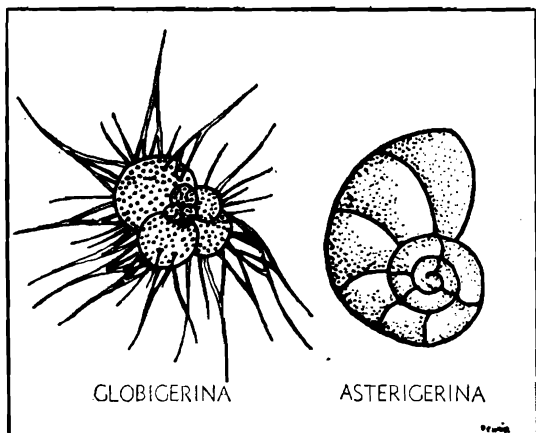


Figura 25.

Apresentam reprodução assexuada e sexuada, que podem, alternando-se, constituir ciclos complexos, ainda pouco conhecidos. Na reprodução sexuada podem aparecer gametas que se locomovem por flagelos. No decurso do ciclo, alguns foraminíferos apresentam formas uninucleares grandes, que se reproduzem sexualmente e formas multinucleares, pequenas, assexuadas e microféricas.

Esta ordem deixou, devido à casca calcária, muitos fósseis, entre os quais alguns enormes, os *Nummulites*.

## B — Sub-Classe Actinopoda

- a) sem cápsula central — ordem HELIOZOA.
- b) com cápsula central — ordem RADIOLARIA.

Os Heliozoa (fig. 26) são protozoários encontrados principalmente em água doce, comu-

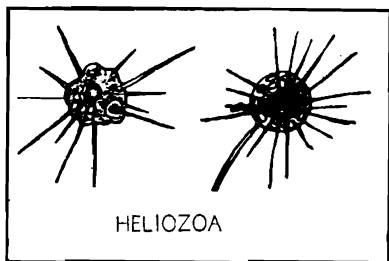


Figura 26.

mente esféricos e com axópodos que se irradiam de sua superfície. São pouco móveis e dotados de diferentes estruturas esqueléticas. Podem ser envolvidos por uma camada gelatinosa na qual se incrustam objetos, espículas, ou placas que constituem o esqueleto. Podemos encontrar também uma fina trama de pectina.

Os axópodos têm por função a apreensão de alimentos. Os protozoários que ficam em contacto com êle são paralisados, o que sugere a secreção de uma substância venenosa. Depois desaparece o filamento axial e o axópodo engloba o protozoário aprisionado, que então é digerido. O ectoplasma contém vacúolos digestivos e contráteis, bem como um grande número de inclusões, sendo que o endoplasma se apresenta mais denso e geralmente desprovido de inclusões. Reproduzem-se assexuada e sexuadamente, ocorrendo o processo de pedogamia.

Os Radiolaria são protozoários marinhos, tendo o citoplasma dividido em duas porções por uma formação de pseudoquitina, que forma a cápsula central. No citoplasma extra-capsular encontra-se um grande número de inclusões e gotículas de lípidos, bem como espículas que constituem seu esqueleto. No citoplasma intra-capsular encontram-se os núcleos. Apresentam um esqueleto geralmente silicoso e, em

certos grupos, de sulfato de estrôncio; êste esqueleto se dispõe sob forma de cascas concêntricas ou sob forma de espículas. Apresentam ciclos de reprodução complexos e pouco conhecidos, onde se alteram reprodução sexual e assexuada. Vivem em simbiose com fitomastigíneos que ficam inclusos, flutuando à custa das espículas e axópodos.

### CLASSE III — SPOROZOA

São protozoários sempre parasitas, apresentando ciclos complexos de reprodução em que aparecem reproduções múltiplas. Geralmente imóveis, apresentam às vezes pseudópodos.

Têm o seguinte ciclo geral de reprodução: Um indivíduo jovem (trofozoito) sofre uma reprodução múltipla de seu núcleo, passando a denominar-se esquizonte. O esquizonte divide-se múltiplamente, dando origem a um certo número de merozoitos, processo êste que se denomina esquizogonia. Alguns merozoitos transformam-se em gametas e o processo é chamado gametogênese ou gamogonia. Os gametas se fecundam dando origem ao ôvo, que se reproduz novamente por divisão múltipla, dando origem aos esporos ou esporozoitos, denominando-se a reprodução esporogonia. Os esporozoitos transformam-se em trofozoitos

quando infectam um novo hospedeiro. O ciclo pode se dar em dois hospedeiros, ou em um único, passando o protozoário pelo meio externo (fig. 27).



Figura 27.

A classificação dos Sporozoa é difícil, sendo ainda muito discutida. Uma sub-classe denominada **Teleosporidia** está bem estabelecida e se caracteriza por esporozoitos alongados. A outra, a sub-classe **Neosporidia**, compreende vários grupos que vivem nos músculos de animais.

Os *Telosporidia* classificam-se em:

- a) parasitas extracelulares — ordem GREGARINIDA.
- b) parasitas intracelulares com zigoto imóvel — ordem COCCIDIA.
- c) com zigoto móvel — ordem HAEMOSPORIDIA.

#### ORDEM GREGARINIDA.

São parasitas de anelídeos, artrópodos e outros invertebrados, possuindo, na parte anterior, uma porção que se diferencia para fixar o protozoário ao epitélio digestivo e celomático.

O seu ciclo, em geral, não apresenta fase de esquizogonia. Os protozoários ingeridos fixam-se nas células. Destacam-se posteriormente e dois trofozoitos colocam-se lado a lado (sizigia) e cada um se diferencia em gameta (gametogênese); depois da fecundação, formam-se esporos que, passando pelo meio externo, vão ter a outro hospedeiro.

#### *Ordem Coccidia.*

São parasitas intracelulares; vivem no epitélio intestinal e em glândulas anexas de vertebrados e invertebrados. São geralmente monoxenos, isto é, têm apenas um hospedeiro.

Os trofozoitos são intracelulares e reproduzem-se por esquizogonia, produzindo numerosos



protozoários denominados merozoitos, que voltam a penetrar nas células. Alguns se transformam em gametocitos. O maior dá origem ao gameta feminino e o menor dá origem a muitos gametas masculinos. Por fecundação se forma o ôvo, o qual se fixa à parede do intestino formando o oocisto, que se divide em esporoblastos, que, permanecem dentro da membrana do oocisto. Por sua vez, sem perder a parede, divide-se o esporoblasto em esporocistos com suas próprias paredes. Estes passam para o meio externo e voltam a infectar novos hospedeiros.

Como exemplo de coccídios temos a *Eimeria stidae* que causa moléstia mortal nos coelhos e a *Isospora belli*, parasita intestinal humano.

Além dos coccídios comuns, que seguem o ciclo geral de reprodução e são monoxenos, encontramos os hemogregarinida, que já têm um hospedeiro vertebrado (peixes e répteis) e outro invertebrado (sanguessugas, carrapatos). O ciclo de reprodução já é mais complexo sendo igual ao dos hemosporídeos.

#### ORDEM HEMOSPORIDIA.

São parasitas de hemácias de vertebrados e do canal alimentar de invertebrados hematófagos, sendo portanto, heteroxenos. Como exemplo temos os protozoários do gênero *Plasmodium*, agentes etiológicos da malária. O

mosquito, por picada, inocula o esporozoito que penetra na hemácia, onde se transforma em trofozoito, com um grande vacúolo. Este se reproduz por esquizogonia, isto é, tem seu núcleo dividido em muitos núcleos, formando um elemento multinucleado, o esquizonte. Posteriormente, cada núcleo se cerca por um pouco de citoplasma, formando-se numerosos elementos e restando um pouco de citoplasma não aproveitado (corpo residual). Forma-se assim a chamada rosácea. Depois, rompe-se a hemácia, pondo em liberdade os elementos, denominados agora merozoitos. Grande parte dêles volta a penetrar em hemácias e alguns, em vez de se transformarem em trofozoitos, aumentam de volume; são os gametocitos. O mosquito do gênero *Anopheles*, picando o doente, suga sangue. Enquanto as outras formas morrem no tubo digestivo do mosquito, os gametocitos se desenvolvem. O gametocito feminino sofre maturação transformando-se em gameta feminino, e o gametocito masculino origina gametas masculinos, um dos quais fecundará o feminino. O zigoto resultante desta fecundação atravessa a parede intestinal, encistando-se logo abaixo desta, formando o oocisto. O núcleo dêste se multiplica e formam-se depois elementos alongados, os esporozoitos (a reprodução é chamada esporogonia) que, pela cavidade geral do mosquito chegam às glândulas salivares, atravessando-as e ficando na saliva e com esta

sendo inoculada em nôvo hospedeiro, com a picada do mosquito.

Estudos importantes foram feitos para verificar onde se alojava o *Plasmodium* na fase de incubação, antes portanto do paciente apresentar a malária com seus acessos de febre (êstes ocorrem cada vez que se rompem as hemácias, passando para o sangue merozoitos e produtos derivados dêstes), ou em fase do tratamento em que o protozoário existia no organismo humano, mas não era encontrado no sangue. Nos *Plasmodium* de aves verificou-se que êles tinham um ciclo esquizogônico nas células de defesa do sistema denominado retículo-endotelial. No homem havia dúvidas quanto à existência dêste ciclo chamado exoeritrocitário (em oposição ao ciclo esquizogônico eritrocitário), porém verificou-se que as células hepáticas é que alojam esta fase da vida do parasita. O ciclo como é atualmente admitido está representado na figura 28.

Outro hemosporídio de interêsse é a *Babesia bigemina* que parasita as hemácias do boi e tem como intermediário um carrapato.

Além dos Telosporidia temos os Cnidosporidia parasitas de peixes, com cápsulas polares (fig. 14) e os Sarcosporidia e Haplosporidia, parasitas de músculos de vários animais. Constituem os neosporídios, cujo conhecimento é ainda incompleto.

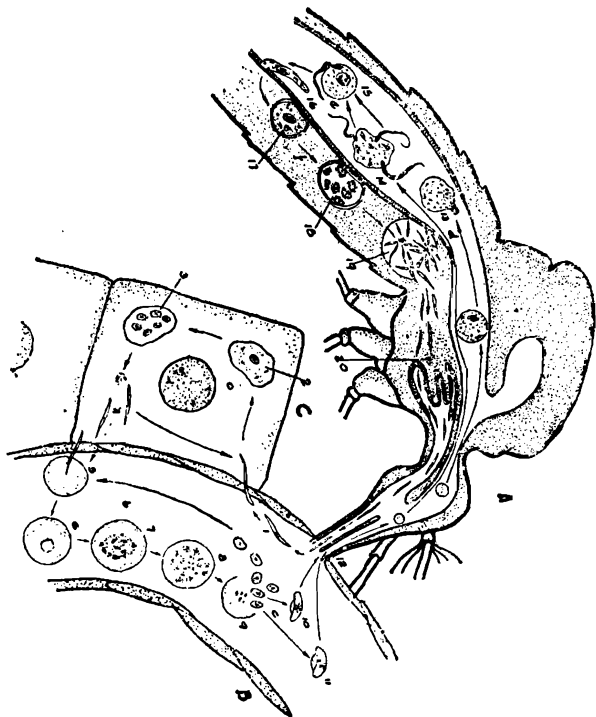


Figura 28.

## CLASSE IV — CILIATA

Os ciliatas são protozoários em geral de vida livre, alguns parasitas ou comensais, com macro e micronúcleo, reproduzindo-se sexualmente por conjugação e locomovendo-se por cílios.

Compreendem duas sub-classes: **Protociliata** e **Euciliata**. A primeira apresenta caracteres atípicos, isto é, apesar de apresentar cílios, não tem os dois tipos de núcleos e reproduz-se por anfigimixia. Como exemplo temos a *Opalina* que vive no intestino grosso dos anfíbios (fig. 29).

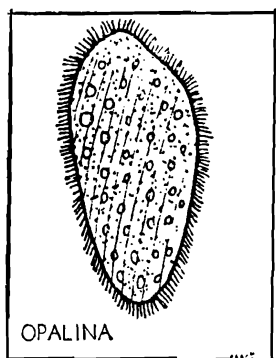


Figura 29.

Os *Euciliata*, com caracteres típicos dos Ciliata, são representados por um imenso número de protozoários que vivem na água doce. Assim temos o paramécio, um dos protozoários mais bem estudados. Já tivemos ocasião de descrevê-lo (fig. 5), com seu complexo “sistema” digestivo, organelas de defesa constituídas pelos tricocistos, macro e micronúcleo, reprodução por conjugação e anfigimixia. Seu complexo comportamento frente aos estímulos é resultante do “sistema” neuromotor, que coordena os seus cílios.

Outros protozoários comuns nas infusões são a *Vorticella* (fig. 30) e o *Stentor* (fig. 31).

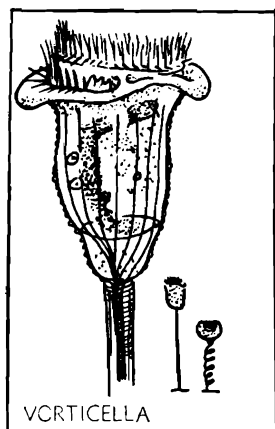


Figura 30.



Figura 31

Um único ciliado habita o corpo humano como parasita intestinal, é o *Balantidium coli* (fig. 32).

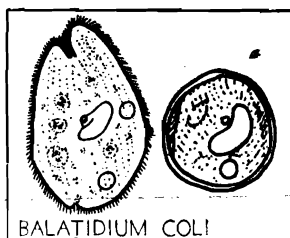


Figura 32.

## CLASSE V — ACINETA (SUCTORIA)

Êsses protozoários caracterizam-se por apresentarem cílios quando jovens, época em que

são móveis; depois êstes cílios desaparecem, êles se tornam fixos e aparecem os tentáculos ocos. Vivem na água doce.

Os tentáculos servem para capturar e absorver alimentos, pois não têm citóstoma. Ao que parece, êstes tentáculos secretaram uma substância que imobiliza pequenos animais (fig. 33). Reproduzem-se por divisão assexuada binária e por conjugação.

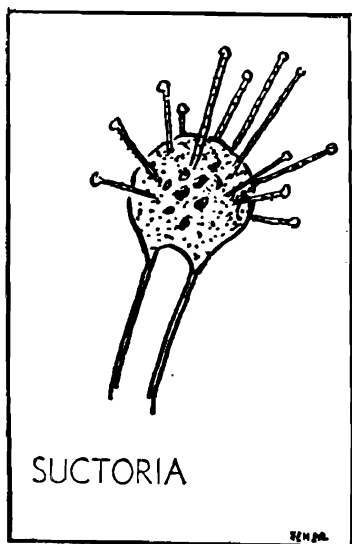


Figura 33.

## CONSIDERAÇÕES FILOGENÉTICAS

Muito se discutiu e se discute quanto a origem e evolução dos protozoários. Muitas são

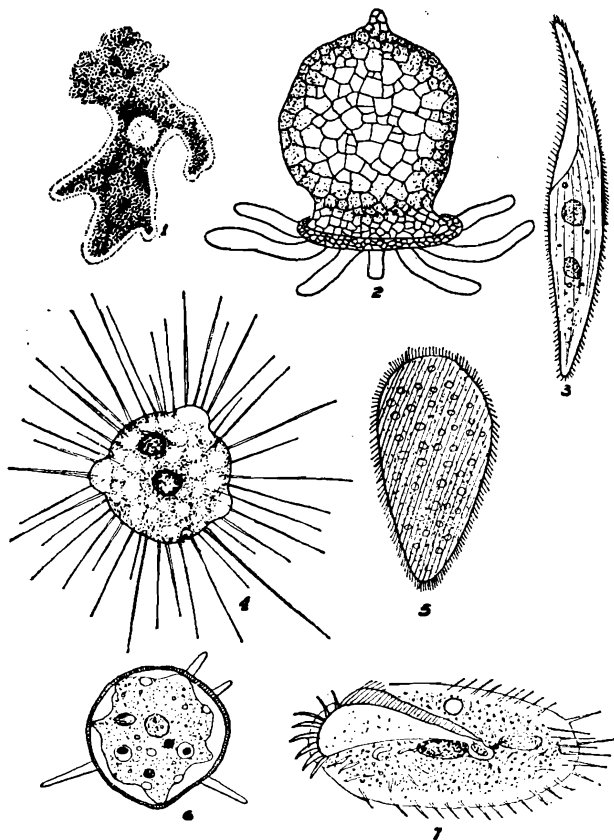
as dificuldades para o seu esclarecimento, como por exemplo, a inexistência quase total de fósseis.

Atualmente concordam os autores em que o grupo mais primitivo dos protozoários é representado pelos Fitomastigíneos (ao contrário da idéia indefensável de que seriam os Sarcodíneos, isto é a ameba). Este grupo teria se originado das bactérias e espiroquetáceas, muitas das quais apresentam flagelos. Evoluindo, teria dado origem aos diversos grupos. Assim, adquirindo possibilidades de emitir pseudópodos, foi perder posteriormente os flagelos originando-se daí os rizópodos.

Possivelmente, os esporozoários tiveram origem diferente (de diferentes tipos de Schyzoficeae), assim como os seus vários grupos.

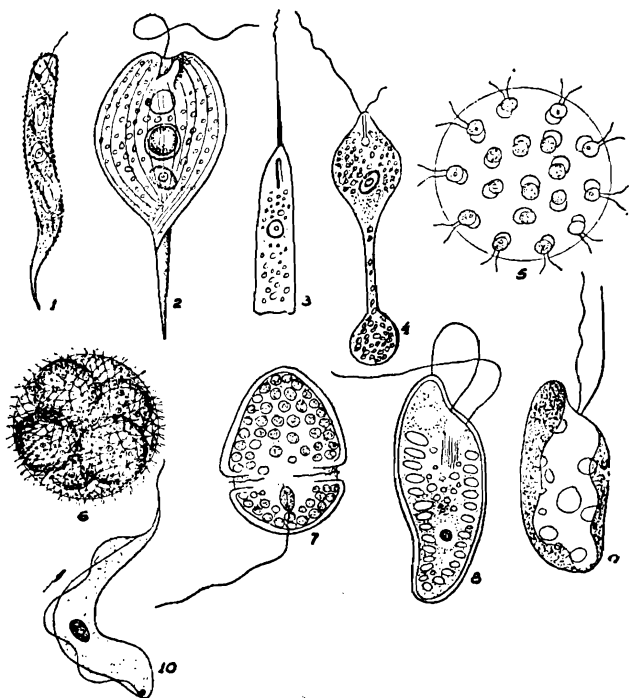
Parece, portanto, que os vários tipos de protozoários se originaram separadamente. Ainda é uma incógnita absoluta a origem dos cnidiosporídios e, de todos os protozoários, os mais evoluídos parecem ser os ciliados.





# PRANCHA I

- |                                |   |
|--------------------------------|---|
| 1. Ameba (amebina)             | 5. Opalina (ciliata-in-<br>testino de sapo) |
| 2. Difflugia (testacea)        | 6. Arcella (tecameba)                       |
| 3. Lionotus (ciliata)          | 7. Stylonychia (ciliata)                    |
| 4. Actinophrys (helio-<br>zoa) |   |



## PRANCHA II

1. *Euglena spirogyra* (fitomastigina)
2. *Phacus* (fitomastigina)
3. *Peranema* (fitomastigina)
4. *Distigma* (fitomastigina)
5. *Eudorina* (fitomastigina)
6. *Volvox* (fitomastigina)
7. *Glenodinium* (fitomastigina)
8. *Chilomonas* (fitomastigina)
9. *Cryptomonas* (fitomastigina)
10. *Trypanosoma* (zoomastigina parasita)